

## РЕДОКС-СИГНАЛИЗАЦИЯ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ: БИОФИЗИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ АСПЕКТЫ

Мартинovich Г.Г., Черенкевич С.Н.

*Кафедра биофизики Белорусского государственного университета,  
Минск, Беларусь*

Необходимым этапом развития современных биомедицинских технологий является изучение механизмов передачи и обработки информации внутри клеток. Одним из путей передачи информации в клетках являются электрон-транспортные процессы, протекающие с участием редокс-активных соединений и белков [1].

Физико-химические и биологические свойства редокс-активных соединений позволяют их выделить в отдельную группу биорегуляторов, основными отличительными свойствами которых от остальных биологически активных веществ является широкий спектр клеточных ответов, определяемых величиной концентрации соединений, и отсутствие специфических молекулярных мишеней в клетках [2]. В отличие от участвующих во внутриклеточной передаче информационных сигналов вторичных мессенджеров редокс-активные соединения функционируют как мессенджеры, переносящие электроны, или редокс-мессенджеры [3].

Биологический эффект действия редокс-активных соединений определяется не конкретной молекулой, а группой взаимодействующих участников, образующих электрон-транспортные цепи. Для описания состояния взаимодействующих редокс-активных соединений используется понятие «редокс-состояние». Компоненты, определяющие внутриклеточное редокс-состояние, регулируют передачу сигналов на различные внутриклеточные эффекторы [4, 5].

В настоящее время, для количественной характеристики стационарного состояния группы функционально взаимосвязанных редокс-активных соединений, определяющего редокс-состояние клетки, используются три подхода [6], одним из которых является применение введенных нами параметров эффективный редокс-потенциал ( $E^{\text{эфф}}$ ) [5] и редокс-буферная емкость ( $r$ ) [7]. В отличие от других подходов описания редокс-состояния введение параметров  $E^{\text{эфф}}$  и  $r$  обосновывается на основе фундаментальных физических закономерностей.

Нами показано, что новые параметры могут быть применены не только для описания редокс-процессов, но и для характеристики функционального состояния клеток и тканей в целом [8]. С использованием разработанных нами методов измерения  $E^{\text{эфф}}$  и  $r$  показано, что величины

указанных параметров существенно различаются в клетках в норме и при патологии [9].

Вследствие различия в величинах  $E^{\text{офф}}$  и  $r$  окислитель (или восстановитель) при одинаковых по величине концентрациях вызывает различные по величине смещения редокс-потенциала в разных типах клеток. Поэтому в разных типах клеток редокс-активные соединения могут активировать разные типы белков. Таким образом, внутриклеточное редокс-состояние можно рассматривать как преобразователь («трансдюсер»), регулирующий передачу сигналов на внутриклеточные эффекторы. Сенсорные системы внутри клеток чувствительны к изменениям параметров внутриклеточного редокс-состояния и с помощью белков-посредников формируют функциональный клеточный ответ. В рамках развиваемых нами представлений заключено, что функционирование редокс-мессенджерных систем представляет собой новый способ передачи, записи и считывания информации в клетках.

#### Литература:

1. Мартинович Г.Г., Черенкевич С.Н. Окислительно-восстановительные процессы в клетках: Мн.: БГУ, 2008.
2. Martinovich G.G., Martinovich I.V., Cherenkevich S.N. // Biophysics. 2011. Vol.56, №3, P.444–451.
3. Черенкевич С.Н., Мартинович Г.Г., Мартинович И.В., и др. // Известия НАН Беларуси. Сер. биол. наук. 2013. №1. С.92–108.
4. Schafer F.Q., Buettner G.R. // Free Rad. Biol. Med. 2001. Vol. 30. P. 1191–1212.
5. Martinovich G.G., Cherenkevich S.N., Sauer H. // Eur. Biophys. J. 2005. Vol.34. №7. P. 937–942.
6. Pillay C.S., Hofmeyr J.H., Mashamaite L.N., Rohwer J.M. // Antiox. Redox Signal. 2013. Vol. 18. P. 2075–2086.
7. Martinovich G.G., Martinovich I.V., Cherenkevich S.N., Sauer H. // Cell Biochem. Biophys. 2010. Vol.58, №2, P.75–83.
8. Rosales-Corral S., Reiter R.J., Tan D. et al. // Antiox. Redox Signal. 2010. Vol. 13. P. 193–247.
9. Мартинович Г.Г., Мартинович И.В., Черенкевич С.Н. // Биофизика. 2008, том 53, №4, С.618–623.